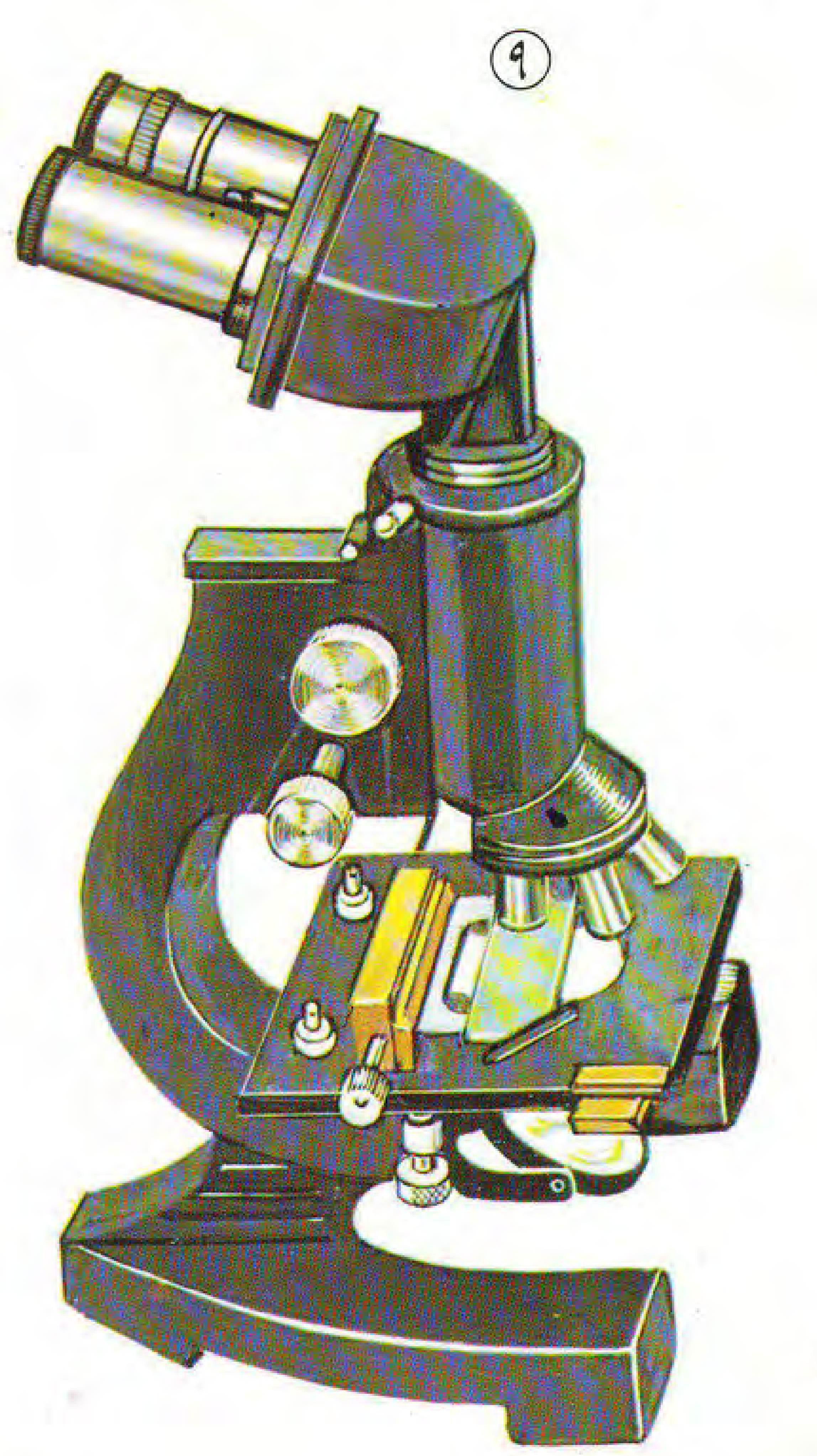


سلسلة من كل علم خبر

الاكتشافات الكبيرة

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

(٩)



- التحرّك على وسادة من هواء
- المجهر في سيطرته على المناهي الصغر
- ميزان الضغط

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette

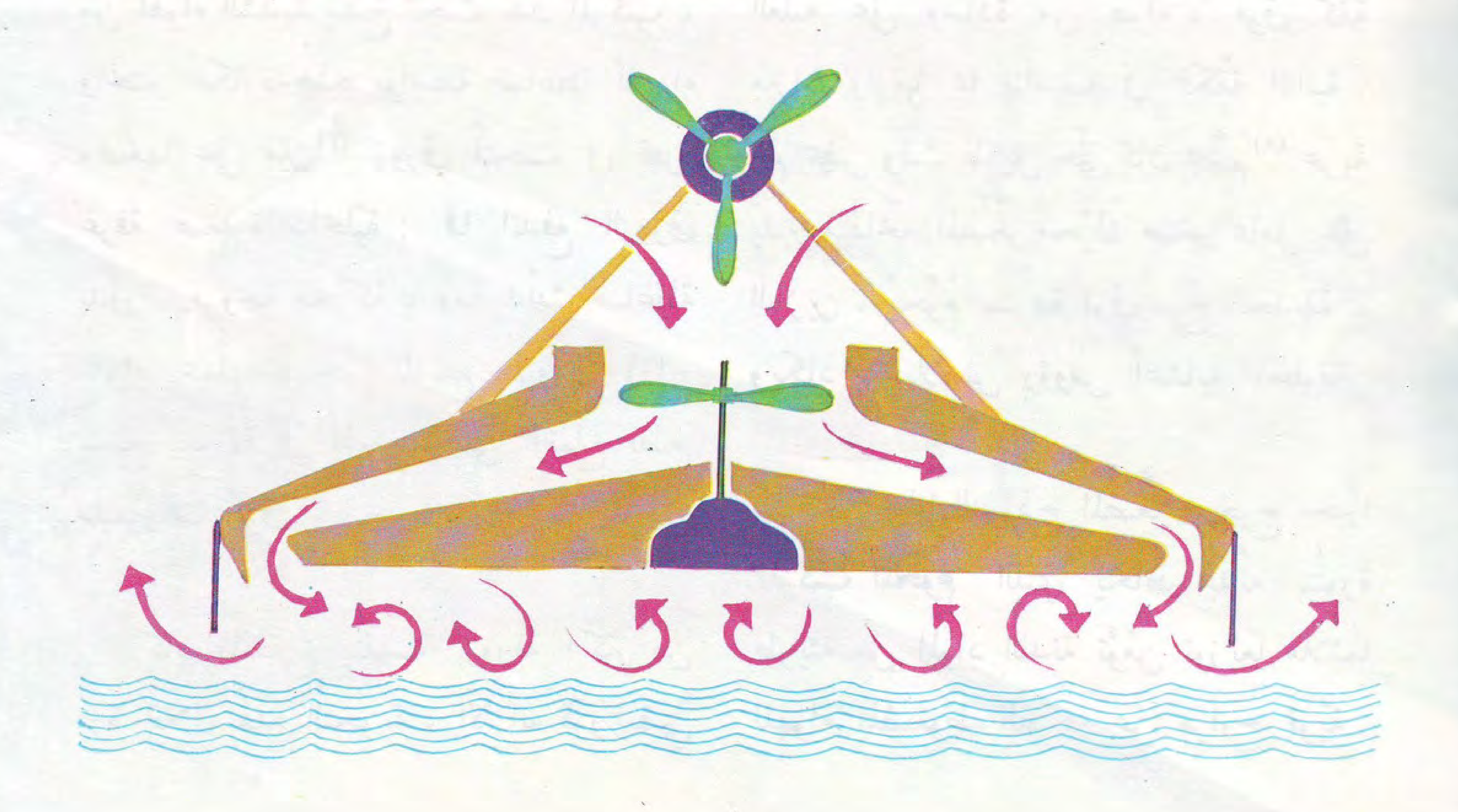
منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

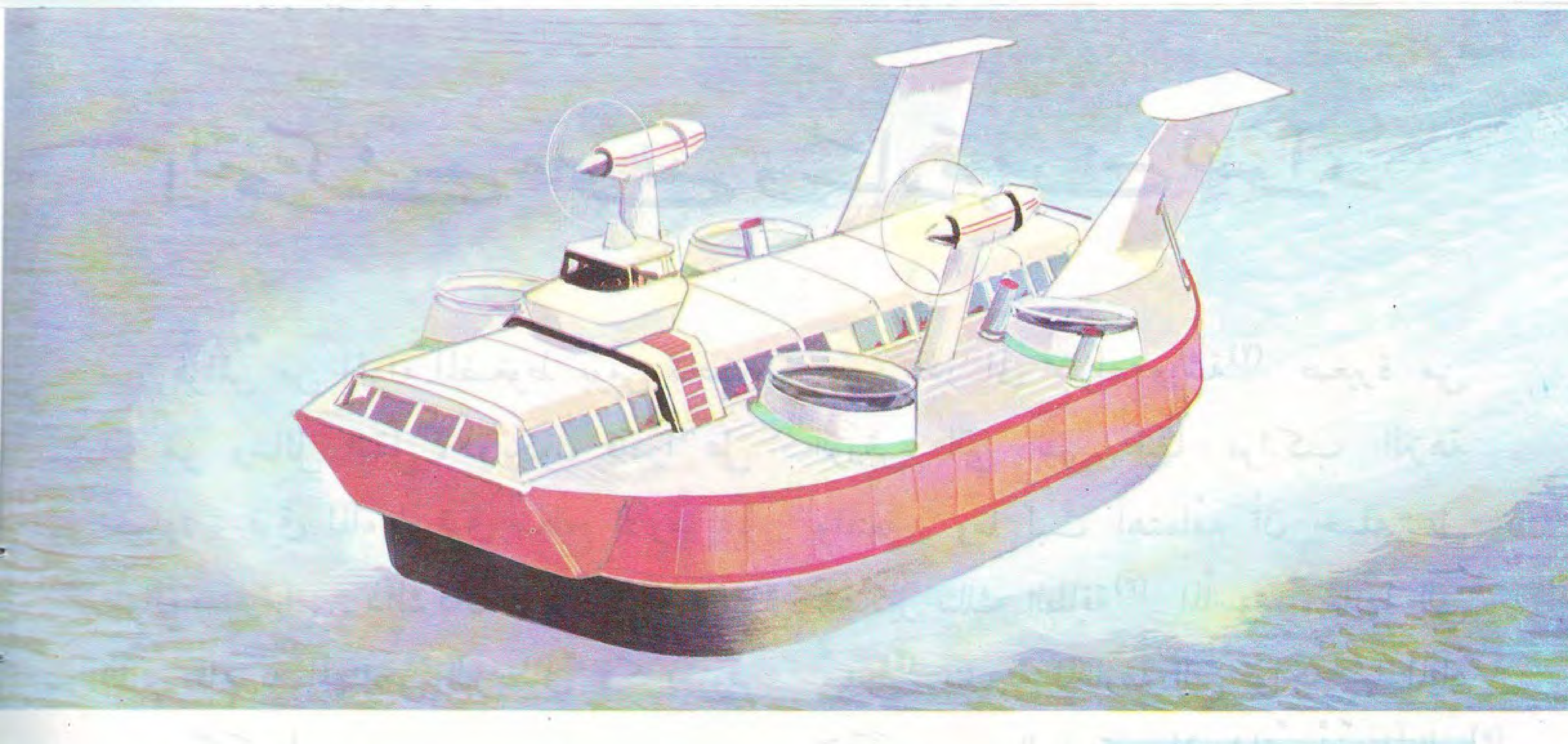
التحرّك على وسادة من هواء

فراشٌ من الهواء المضغوط يُؤَمّن تحت أيّةٍ من وسائل النقل ، ويكون قادرًا على حملها ، فوق الماء او فوق سطح الارض ، طَوالَ مَسيرتها ... ذاك كان الاختراع المدهش الذي قام به المهندس البريطانيّ «كريستوفر س . كوكريل » .

لم يكد مهوُوس الملاحة[١] هذا يتقاعد ، حتى بادر الى شراء ورشة[٢] صغيرة من الوُرَش التي تبنى فيها مراكب النزهة والمتعة . وما لبث اهتمامُه أن حمله على التفكير بتلك الطاقة[٣] المأسوفِ عليها التي تُهدَر[٤] بنتيجة المقاومة التي تواجهُ بها المياهُ تقدّمَ جسمِ السفينة . لا شكّ أنّ المَزالج[٥] المركَّبة على خشباتٍ تزلّج خاصّة ، توفّر

مبدأ المركب المتحرّك على وسادة من الهواء المضغوط . يصل الهواء الى ما تحتَ بدن المركب ، مدفوعًا بنافخة قويّة ، وتحافظ عليه بالمقدار الكافي التنّورةُ اللدنة التي تحيط بالقسم الأسفل من البدن . ويُدفع المركبُ بمراوح هوائيّة .





سفينة جان برتان المائيّة .

حلًّا للمشكلة ؛ ولكنْ ما إن يهوج البحر حتى تعوقَ(٦) الامواجُ تقدُّم هذه المزالج . ألم يكن بالامكان التوصّلُ الى ما هو أفضل ؟ تساءَل « كوكريل » عمّا قد يُحدثه مجرىً من الهواء الشديد يُنفخ تحت بدَن المركب ، واختبر أفكاره هذه بواسطة ضاغطة للهواء وضعها على متن(٧) زورق فُتِحت في قعره غرفة صغيرة داخليّة : فما اندفع الزورق بدَوران مروحة محرّكة ، وما بدأت ضاغطة الهواء عملَها ، حتّى ارتفع الزورق وراح يسبح بسرعة في الهواء ، على ارتفاع بضع ملّيمترات فوق سطح الماء ...

كاد المخترع ينقلب بزورقه اكثر من مرة خلال هذه التجربة ، الّا انه قرّر المضيَّ في اختباراته على الارض اليابسة . فاستعمل لنفخ الهواء مُجَفِّفَ شعر السيّدة « كوكريل » ، ودرس امكاناتِه ونتائجَه على علبة فارغة من علب المأكولات ؛ فتوصّل الى تأمين توازن العلبة على وسادة من هواء ، فوق كفّة ميزان وازنَها بما يناسب في الكفّة الثانية . ولم يمضِ وقت طويل حتّى كان مجسَّمٌ(٨) عرَبة يُدير منفاخَه المصغَّر محرّكٌ صغير عامل على البنزين ، يُحوِّمُ بسرعة فوق مرج الحديقة ، ويكاد لا يلامسُ رؤوس أعشابه المحلوقة.

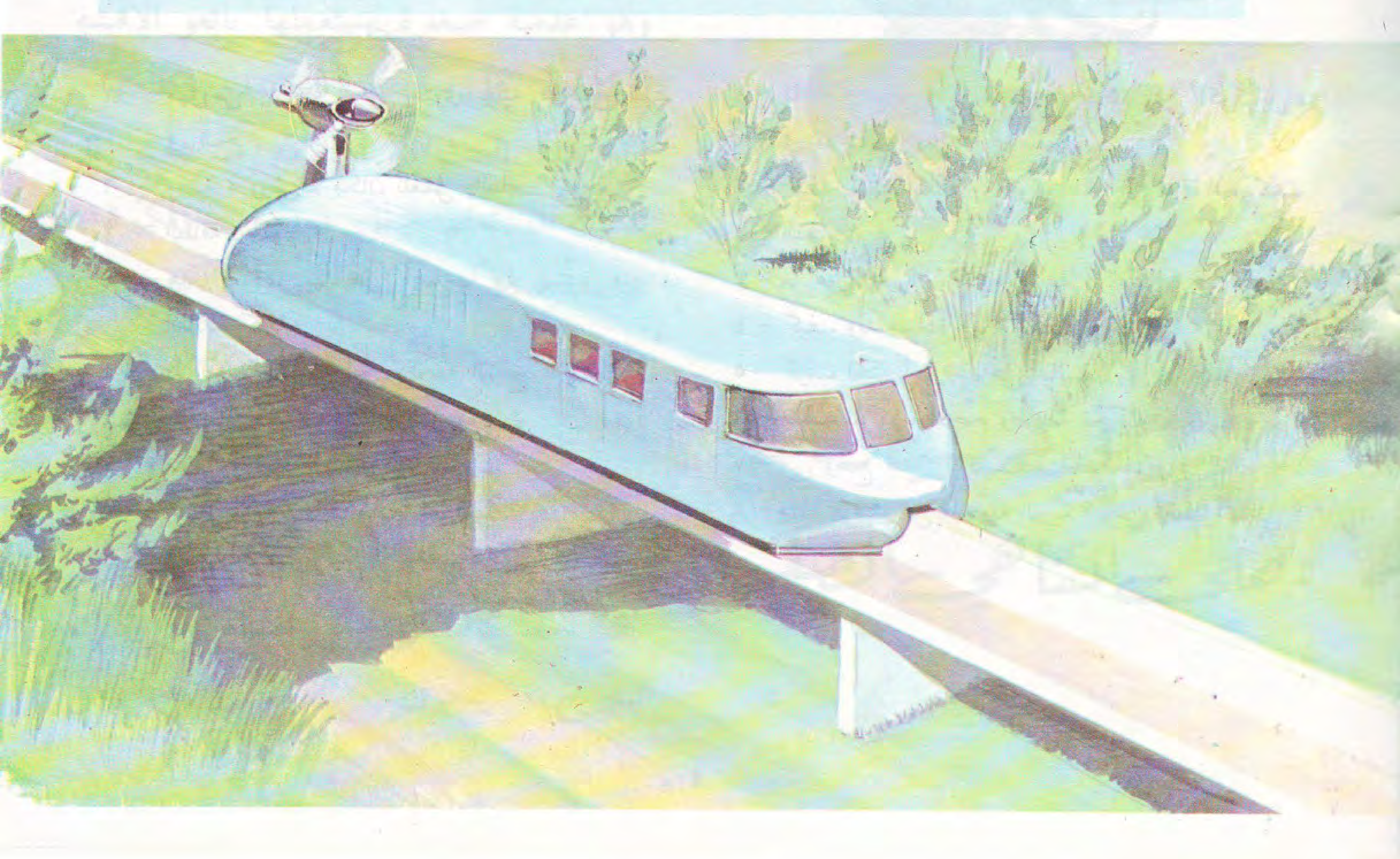
من هذا النموذج المصغَّر ، خرج أخيرًا **المركب المحوِّم** الذي يُحاط بدنُه بتنُّورة طريئة من المواد اللدنة تؤَمّن توزيعًا ملائمًا للهواء المضغوط الصادر عن مراوح قويّة .

ولقد وُضِع هذا المركبُ المحوِّم قيدَ الخدمة[٩] سنة ١٩٦٧ في مضيق كاليه ، بين « بولون » و « دوفر » . ولقد بات في وسع أحدث نموذج لهذا المركب ان يُقلَّ ٣٠٠ راكب وثلاثين سيّارة ، وأنْ يجتازَ بهذه الحمولة القناة الانكليزية (مضيق كاليه) ، من شاطىء إلى شاطىء ، بسرعة مئة وثلاثين كيلومتراً في الساعة . وهي لَعَمري سرعة لا تبلغها أيّةُ سفينة عاديّة حديثة .

ابتداءً من ذلك التاريخ ، اعتُمد مبدأ الوسادة الهوائيّة في أكثر من مكان في العالم . ولقد رأينا بعضَهم يبني عربة من عربات اليد تسمح بنقل حمولة تبلغ ١٥٠ كيلوغرامًا دون أي إجهاد[١٠] ؛ كما شاهدنا البحريّة الاميركيّة تلجأ الى **زلّاجات قتال هوائيّة** مسلَّحة مصفَّحة ...

لم يقفْ نفعُ هذه المراكب المحوِّمة عندَ هذا الحدّ ، (مع العلم بانّها لا تقوى على عُبور البحار ، اذا كانت شديدة الاضطراب) ، فقد تعدَّتهُ لتُؤمِّن النقلَ عبرَ اليابسة ، حيث يتعذَّر شقُّ الطرق وبناؤها ، كما في الصحارى ومناطق

قطارجان برتان الهوائي الذي جرت تجربته بنجاح . وهو قادر على ان يقطع المسافة الفاصلة بين باريس وليون بساعة وعشر دقائق . تحرّكه اليوم مروحة محرّك طائرة ، وقد يدفعُه غداً محرّكٌ كهربائي جبّار .



الجليد والمستنقعات . حتّى إنّ بعضها قد استُخدم في مزارع العَلف ، حيث أثبت جَدواه في قطع العشب ، فوق الأراضي الوعرة .

وفي فرنسا ، حقَّق المهندس « جان . برتان » نماذجَ مختلفة من العربات البرّيّة ، منها **المحوِّمة البريّة** ، وهي نوع من شاحنة صالحة لمختلف أشكال الأرض ، ثم **القطار الهوائيّ** الشهير القادر على الانتقال بسرعة ٤٠٠ كيلومتر في الساعة ، وبسلامة تامّة ، على سكّة من الباطون يوافق مقطعُها صورةَ T مقلوبة . امّا في ميدان العربات البحريّة ، فقد صمّم « جان برتان » **المحوِّمة البحريّة** وهي رَديف فرنسيّ **للمركب المحوِّم** مجهَّزٌ بتُربينتين ، تحرّك كلٌّ منهما مروحتَين هوائيَّتين ، ومروحتَين دافعتين قائمتين على كلٍّ من جانبيْ السفينة .وُضعت المحوِّمة البحريّة الاولى قيدَ الخدمة على « الكوت دازور» بين « نيس » و « كان » . ويَعتقد المخترع انّه ، من الآن حتى سنة ١٩٨٠ ، سيستقلّ ما لا يقلّ عن مئتي مليون مسافر في كلّ عام ، سفينةً متحرّكة على وسادة من هواء ؛ كما يعتقد ان مستقبلاً عظيمًا ينتظر القطار الهوائي .

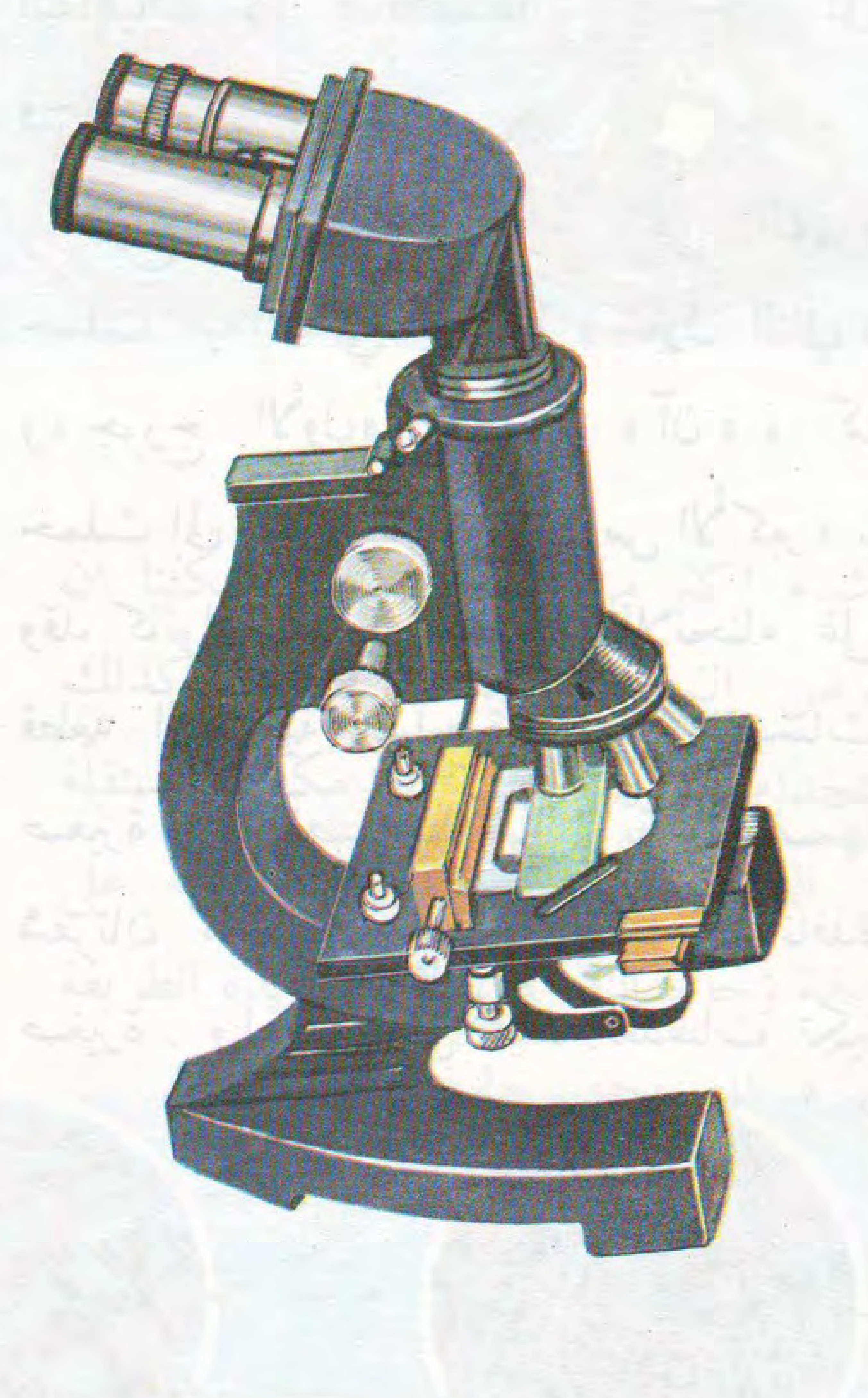
التفسير

١ – مهوُوس الملاحة : من استولى عليه هاجس السفر في البحر .
٢ – ورشة ، وُرَش : مكان للعمل والبناء .
٢ – الطاقة : القوّة .
٤ – هدَر القوّة ، يهدُرها : أضاعها ولم يستفِد منها ، الفائدة كلّها .
٥ – المزالج : جمع مَزلج ، لوحة التزلج او الانزلاق .
٦ – عاق الموجُ السفينة : أخرَّ تقدّمها .
٧ – متن الزورق : ظَهر المركب .
٨ – مجسَّم عربة : مثال مصغّر لهيكلها .
٩ – وُضع المركب قيد الخدمة : دخل الخدمة ، بدأ يعمل .
١٠ – دون إجهاد : دون تعب .

الاسئلة

١ – ما الذي شغل بال المهندس « كريستوفر كوكريل » في ما يتعلّق بالملاحة ؟
٢ – كَيف تسبّب المياه والامواج هدرًا في طاقة محرّكات السفن ؟
٣ – ما هو الاختراع الذي قام به « كوكريل » ؟
٤ – كيف ولّد وسادة الهواء تحتَ زورقه ؟
٥ – كيف اختبر اختراعه على اليابسة ؟
٦ – صف المركب المحوِّم وطريقة تحرّكه .
٧ – متى وضع هذا المركب قيد الخدمة ، واين ؟
٨ – ماذا عرفت عن المحوِّمة البريّة ؟ وعن القطار الهوائي ؟

المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر



ان المِجهَر، الذي يسمح، بفضل عدساته، بمراقبة اشياءَ غايةٍ في الصغر، قد تمّ اختراعه على الأرجح في هولندا، حوالي سنة ١٥٩٠ على يد «زكريّا جَنسن»، اوعام ١٦١٠ على يد «كُرنيليوس دريبل»، اوعلى يد «انطوان فان لوفنتوك» (١٦٣٢ – ١٧٢٣). ومهما يكن من امر، فإنّ هذا الأخير قد توصّل الى تحقيق اكتشافات خارقة[١]، مع العلم بانه كان قد بدأ باستعمال اداة أبسط، مكوّنة من عدسة واحدة هي العدسة المكبِّرة.

بدأ «لوفنتوك» عمله محاسبًا عند بائع أقمشة، فتسنّى له أن يلهوبعدّاد الخيوط، وهو عدسة صغيرة يستعملها بائعو الاقمشة للكشف على نوعيّة الخيوط وكثافتها. أثار هذا العبث[٢] اهتمامَه بسرعة، فلم يلبث ان تعلّم شغلَ العدَسات المكبّرة؛ فخدمه الحظّ وتيسّر له أن يصقل[٣] العدسات وأن يضاعف اختباراته عندما صار حاجبًا لمجلس شيوخ البلد، وهو مركز شرفيّ سيحتفظ به طويلاً.

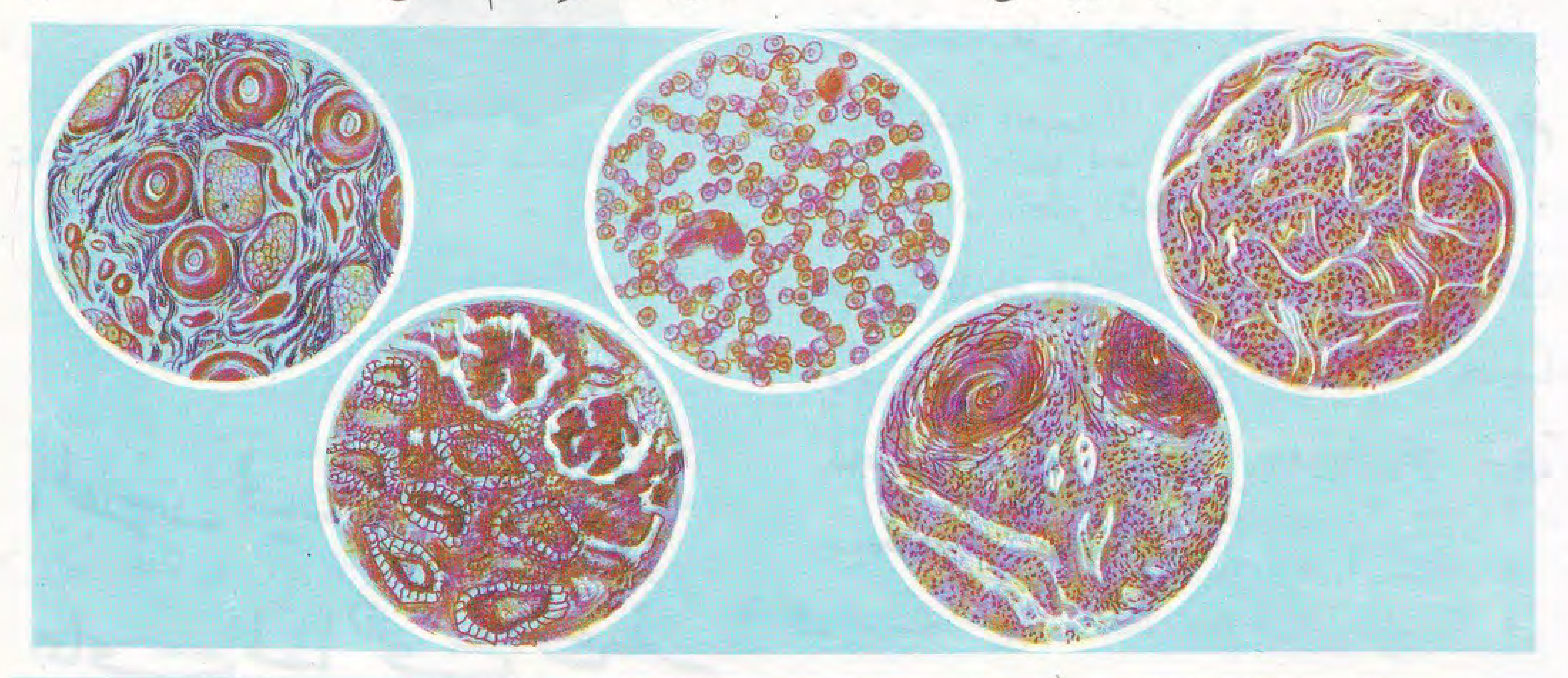
اخذ «ليفنتوك»، ابتداءً من ذلك التاريخ، يتحرّى[٤] انواعًا وانواعًا من

هذه التي لم يسبق لها مثيل ، حتى نهاية حياته المديدة التي بلغت إحدى وتسعين سنة . وهكذا سيرى سنة ١٦٧٣ ، وقبل اي انسان آخر ، كُرَيَّات الدم ، ثم سيشير الى وجود النقاعيّات (infusoires)، وحتى الى وجود البَكتيريّات ...

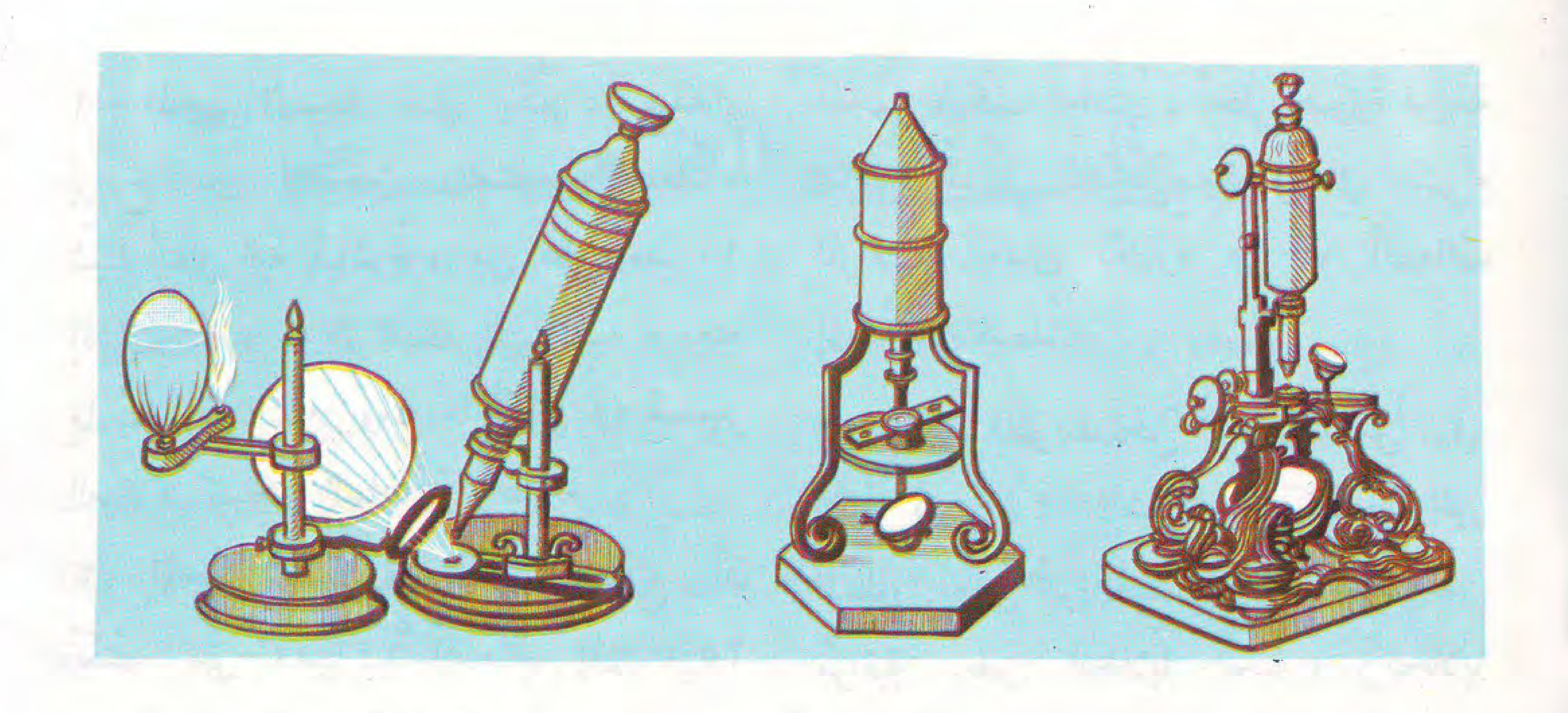
بلغ « ليفنتوك » درجةً من الشهرة حملت اليه ملكَي انكلترا « شارل الثاني » و« جورج الأول»، والملكة « آن » ، كما حملت الى زيارته القيصر« بطرس الأكبر» . وقد كانوا جميعُهم متلهِّفين للانحناء على قطعه الزجاجيّة الساحرة ، وهي عدسات صغيرة تمتاز بقصر مسافاتهاالبؤريّة ، وتضمّها شفرتان معدنيّتان تنفرجان[٧] عن نافذة صغيرة . وإذ لم تكن هذه العدسات تكبّر



الاشياء ، متفحِّصًا قطرة من الدم أو الخلّ او الماء الآسن[٥] ، كما تفحّص بعر الجرذون ، وشعر القنفذ ، واللحية البشرية ، وصوف الخروف ، وقطعًا من ورق الاشجار ولحائها[٦] ، ونماذج كثيرة من اعضاء الحيوانات والنباتات. ولسوف يواصل اكتشافاته



كان اختراع المجهر ذا اهميّة بالغة ، لأنه مكنّ النظر البشريّ من ارتياد عالم المتناهي الصغر ، حيث كان كل شيء مجهولاً ، بحاجة الى من يكتشفه . واوّل ما أفاد من هذا الاختراع علم الحياة وعلم الطب .



الاشياء اكثر من اربعين مرّة ، يمكننا ان نفترض ان هذا الهولنديّ عرف كذلك استخدام عدسة عينيّة[٨] مكبِّرة مستقلّة عن العدسة المكبِّرة الأولى ، ومركَّبة على طريقة زجاج النظّارة ، فحوّل بهذه الطريقة جهازَه الى مِجهَر حقيقيّ .

وفي انكلترا القرن السابعَ عشر ، بنى « روبرت هوك » مجهرًا مركّبًا ظلّ زمنًا طويلا يُعتبر نموذجًا من نوعه . ولسوف يُنتِج هذا القرن ، والقرنُ الذي يليه ، مجموعةً متنوّعة من المجاهر ، بعضُها بسيط وبعضها مركَّب مزوَّد بمحسِّنات مختلفة ، ومزخرفٌ بأناقة بالغة .

ابتداءً من القرن التاسع عشر ، سمحت التطوّرات التي امكن تحقيقها في البصريّات[٩] (optique) بمضاعفة الاكتشافات ، ونخُصُّ بالذكر منها اكتشافات « باستور » الكبير . ولسوف تتوفّر الوسائل المِجهريّة الخصبة على اختلاف انواعها : المستقطِبة منها والخاصّة بعلم المعادن ، والمصوِّرة العادية ، والسينمائيّة ، والمصوّرة بالأشعّة المجهولة . ثم تأتي الطريقة المعروفة « بالمرحلة المناقضة » (contraste de phase) التي تسمح برؤية التفاصيل والجزئيّات الشفّافة ، فحقّقت رضى علماء البيولوجيا[٦] ، الذين استغنوا بذلك عن اللجوء الى المواد الملوِّنة ، التي غالبًا ما كانت تُسيء الى الخلايا الحيَّة المراد دراستُها . واخيرًا سيقفز العلم قفزة خارقة مذهلة في عالم المتناهي الصغر ، مع ظهور المِجهر الالكترونيّ الحديث ...

١ – **المِجهَر البسيط** الذي يُكبِّر ، بمقدارٍ يُراوِح بين الضِعْفَين والعشرين ضِعفاً ، شَيئاً يُنظَر اليه مُباشرةً ، من على بُعدِ ١٠ إنشات . منه ما هو ثابت على مِنَصَّة ، ومنه ما يُحمَل باليد ، ومنه ما يُركَّز في مَحجِرِ العين ، كمكبِّر الساعاتيّ والصائغ .

٢ – **المِجهَر المركَّب** الذي يستطيع أن يُكبّر الشيء ، من ١٠ أضعاف إلى ٢٥٠٠ ضِعفاً . وقوامُه الأساسيّ مجموعتان من العَدسات : عدَسة قريبة من الشيء تُشكِّل الغَرَضيّة ، وعدسة قريبة من العين تُشكِّل العَينيَّة . الأُولى تكبِّر الشيء وتُعطي عنه صورةً مقلوبة ، والثانية تتناولُها ، فتكبِّرها وتعيدُها إلى شكلها الصحيح المقوَّم . وهكذا يتمُّ تكبيرُ الصورة على مرحلتين : الأُولى تقوم بها الغَرَضيّة ، والثانية تقوم بها العينيّة . فإذا بلغ التكبيرُ الأوّل ١٠ أضعاف ، والتكبير الثاني ٥ أضعاف ، بَلَغَ التكبير النهائي ٥٠ ضِعفاً .

قد يكون هذا المجهر ذا عينيّة واحدة ؛ وقد يكون ذا عينيّتين ، فيُؤَمِّنُ رؤيةً واضحة مريحة ، لمراقبةٍ قد تستغرق بعضَ الوقت .

المِجهَر الأستيريوسكوبيّ الذي يُؤَمِن رؤيةً مُجَسَّمَة تُظهِر العُمق . وهو ، على خلاف المجهر المركّب العاديّ ، يُعطي صورةً قويمة مباشرة تُسهِّل التدَخُّلَ والعملَ في الشيءِ المراقَب . مدى تكبيره من ٧ أضعاف إلى ١٥٠ ضِعفاً .

٤ – **المجهر الفَوْبَنَفسجيّ** الذي يَستعمل ، في توليد الصورة ، الإشعاعَ الفَوبَنفسجيّ غيرَ المنظور . ومن أبرز خصائصه أنّه يُمكِّن من مُراقبةِ بعض الخلايا الحيّة ، كخلايا السرطان .

التفسير

١ – خارقة : مدهشة ، عجيبة .
٢ – العَبَث : اللهو ، اللعب والتسلية .
٣ – صَقَل الزجاج : حكّه لتنعيمه وتلميعه .
٤ – تحرّى الأمرَ : بحث عن حقيقته .
٥ – الماء الآسن : الماء الجامد الفاسد .
٦ – لحاء الشجرة : قشرة جذعها وأغصانها .
٧ – تنفرجان : تنفتحان .
٨ – عدسة عينيّة : عدسة مركّبة في هيكل ، توضع على العين .
٩ – البصريّات : العلم المتعلّق بالبصر وقوانينه وأدواته .
١٠ – البيولوجيا : علم الحياة .

الاسئلة

١ – ما هي المشكلة العالقة بهويّة مخترع المجهر؟
٢ – لِمَ يُرجَّح أنّه « انطوان فان لوفنتوك » ؟
٣ – ايُّ عمل قاد « ليفنتوك » الى اكتشاف المِجهر؟
٤ – ماهو فضل المِجهر؟
٥ – اذكر بعض اكتشافات « ليفنتوك » الاولى .
٦ – ما دليل الضجّة الكبرى التي اثارتها هذه الاكتشافات ؟
٧ – مَن طوّر صناعة المجاهر؟ اذكر بعضَها .
٨ – ما هوآخر نموذج للمجهر المتطوِّر؟ وما فضله ؟

مِيزانُ الضَّغْط

رغب « دوق توسكانة » الكبير يومًا ، في أن يزيِّن حدائقَه في « فلورنسا » بنوافير الماء ، فكانت هذه الرغبة مناسَبة للوقوع على اكتشاف فيزيائي خطير[١] ، رافقه اختراع كبير . . .

كان منطلَقُ هذا الاكتشاف ظاهرةً غريبة غيرَ متوقَّعة[٢] . ذلك ان المنقِّبين[٣] عن الماء اضطرُّوا الى سبر[٤] الارض حتى عمق كبير بلغ اربعين قدمًا ، اي ما يقارب خمسة عشر مترًا ، قبل أن يصلوا الى طبقة غنيّة بالماء . والحال أنَّهم بعدما ركَّبوا مضخّة جاذبة ذاتَ علو لائق ، لاحظوا بدهشة



كيف يمكن ان نتصوّر متاعب المنقبّين الفلورنسيين ، وهم يعانون ، على غير علم منهم ، نتائج الضغط الجوّي المرهِقة .

ورغم كل الجهود التي بذلوها أنَّ الماء كان يأبى[٥] الصعود الى سطح الأرض : والواقع ان ماء البئر ما كان يتعدّى في ارتفاعه فوق طبقة الماء علوَّ ٣٢ مترًا (١٠,٣٠ م) ، وكأنّ حاجزًا غريبًا كان يحول[٦] بينه وبين الارتفاع الى مستوى أعلى .

اذ ذاك فاتح الملتزمُ معلّم المعلّمين ، « غاليلي » ، بالامر . كان العالم الفلورنسيّ الشهير قد شاخ ففقد بصره وانحطّت قواه ، فاعتقد أنّ هذه الظاهرة[٧] قد تكون ناتجة عن انّ عمود الماء متى ارتفع كثيرًا انكسر ، تمامًا كما ينقطع حبلٌ بُولغ في شدّه ؛ أو أنّ الطبيعة التي قالوا ، منذ عهد « ارسطو » ، إنّها تكره الفراغ ، تتوقف كراهِيتُها عند حدّ ، فلا تعود تفعل متى تجاوز الارتفاع ٣٢ قدمًا . هذا هو التفسير الذي توقّف عنده « غاليلي » ولم يتجاوزه .

امّا تلميذُه ومساعـده « ايفنجلستا توريشلّي » ، (١٦٠٨ - ١٦٤٧) ، فدرس المسألة عن كثب[٨] ، وظنّ ان السرَّ يعود بكل بساطة الى ضغط الهواء على الماء .

فاذا كان السائل لا يستجيب لطلب المضخّة في الأنبوب ، فيرتفعُ الى مستوى أعلى ، فذلك يعود الى أنّ وزن عمود الماء الذي يحتويه الأنبوب يوازي وزنَ عمود الهواء ذي القُطر المماثل الذي يعلوه : ولذا لا يعود الضغط الجوّي قادرًا على رفع الماء .

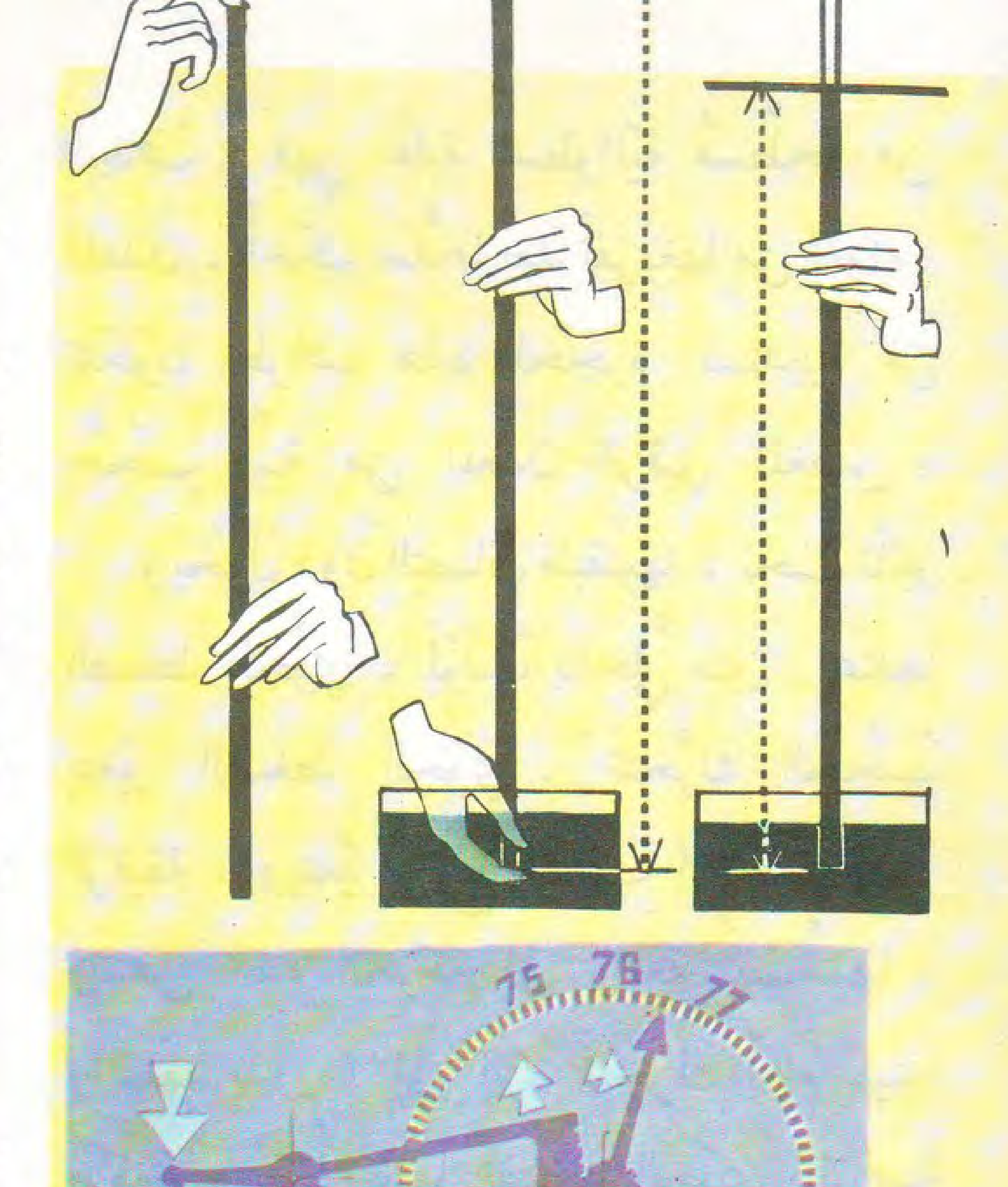
ولكيّ يثبت « توريشلّي » « حَدْسَه[٩] » ، لجأ الى اختبار استعمل فيه الزِئبق محلّ الماء . ولما كانت كثافة الزئبق تفوق كثافة الماء ثلاث عشرة مرّة ونصف المرّة تقريبًا ، كان عليه أن يرتفع ثلاثَ عشرة مرّة ونصف المرّة اقلّ من الماء . هذا في الواقع ما لوحظ عام ١٦٤٣ ، عندما أُخذ انبوب من زجاج سُدَّ أحدُ طرفَيه ومُلِىء زئبقا ، ثم قُلب رأسًا على عقب ، فوق وعاء مُلِيء زئبقًا كذلك . لوحِظ اذ ذاك أنَّ عمود الزئبق في الانبوب يحتفظ بالعلوّ ذاته تقريبًا : ٢٨ او ٢٩ بوصةً (٧٦٠ مليمترًا) ، فوق مستوى الزئبق في الوعاء .

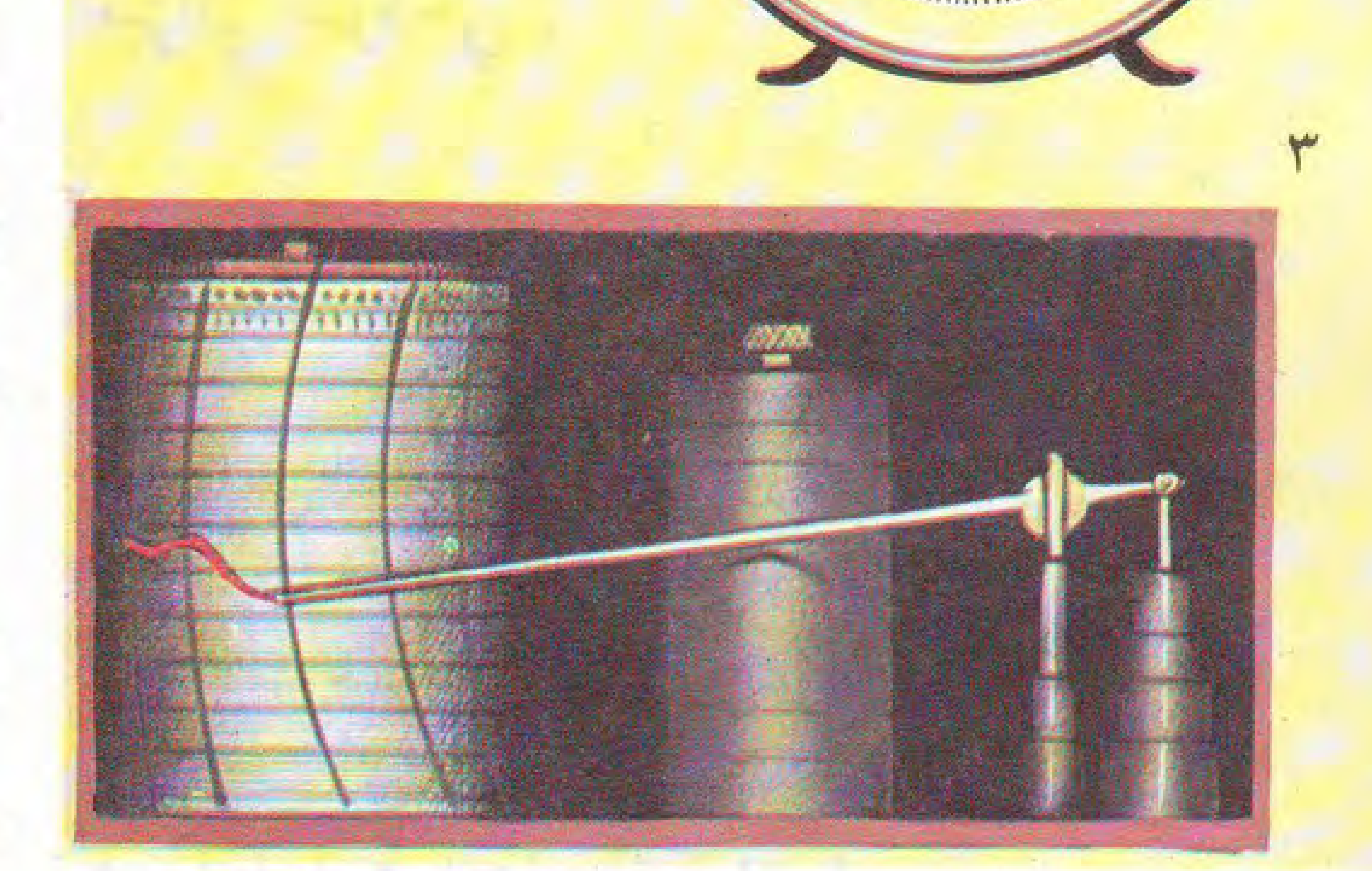
ولاحظ المهندس الفيزيائي والرياضيّ الايطاليّ ، بالأضافة الى ذلك ، أنّ ارتفاع عمود الزئبق هذا عرضةٌ للتبدّل ، وظنّ انّه قد بات قياسُ الضغط الجوّي ممكنًا .

هكذا وُلد ميزان الضغط الجوّي ، الذي بوسعه ان يقوم بدور ميزان الارتفاع ايضًا . هذا ما سيثبته « بسكال » ، بفضل

الاختبار الشهير الذي سيقوم به بمسؤولية علميّة كبيرة ، عامَ ١٦٤٨ ، صهرُه « بيرييه » ، منتقلاً من أسفل جبل « بوي دي دوم » حتى قمّته . وسيُظهر هذا الاختبارُ أنّ ارتفاع المعدن السائل في الانبوب سينخفض ، كلمّا ارتفع الانبوب على سفح الجبل . اذ ذاك «توفر لنا أن نعرف ما اذا كان موضعان مختلفان على مستوى واحد من الارتفاع »

على غرار[١٠] جهاز « توريشلّي » ، صُنعَت موازين الضغط الكلاسيكيّة ، التي تُعَدّ بحق من المعدّات الأساسيّة التي يعتمد عليها مراقبو الاحوال الجويّة ، والتي تُصنع بعناية خاصّة ، اذا كانت الحاجة تقضي بالوصول الى ملاحظات دقيقة . فهناك أجهزة « الباروغراف » التي تسجّل بنفسها ، على ورقة ودون انقطاع ، الضغط الجوي الذي تشير اليه . وهناك موازين ضغط من طراز آخر يُعرف باسم ميزان الضغط الجاف (Baromètres anéroïdes) وهي كثيرة الشيوع ، تتألف من علبة معدنيّة مقفلة ومفرغة من الهواء ، يميل سطحها المطّاط الى الانخفاض ، عندما يرتفع الضغط الجوّي ، فتنتقل حركتُه الى إبرة دالّة تتحرّك أمام ميناء مرقّمة .





١ – أنبوب « توريشلّي » .
٢ – ميزان الضغط الجوّي الجاف "anéroïde"
٣ – الباروغراف الذي تُنظّم دورةُ اسطوانة التسجيل فيه ، وفقاً لحركة الساعة .

ميزان الضغط الجاف

سُمّيَ ميزانُ الضغط الجوّي هذا ، جافًّا لأنّه ، على عكسِ ميزان توريشلّي الزئبقيّ ، لا يَحوي سائلاً . إنّه ، والحق يُقال ، أقلُّ دقّةً من الميزان الزئبقيّ الحسن الصنع ، إلاّ أنّه أنسبُ وأَصلح ، نظراً لصِغرِ حَجمِهِ ولسهولةِ نقله . ولذا فقد شاع استعمالُهُ كميزان للضغط الجوّي ، في السفن ، وعلى الطـائرات وفي البيوت والمختبرات ؛ كما شاع استعمالهُ كميزان للضغط والارتفاع معاً ، بين الجيولوجيّين ، وسائقي السيّارات والدرّاجات ، ومتسلّقي الجبال وغيرهم .

أمّا الحُجْرة الحسّاسة في هذا الميزان الجافّ ، فهي عُلبة اسطوانيّة مُسطّحة من المعدن ، أُحكِم سَدُّها بعدَ تَفريغِها من الهواء . تتكوّن أطراف هذه الحجرة المستديرة من حُجُبٍ لَيِّنة من المعدن الرقيق المغَضَّن ؛ ويَحُولُ دونَ التِصاق طبقتَيها ، تحتَ تأثير الضغط الجوّي ، لَوْلَبٌ داخليٌّ متين . عندما يتغيّر الضغط الجوّيّ ، تَتحرَّك الحُجُبُ الرقيقة ، ويتغيَّر وَضعُ اللَولب اللاصق بها . وتنتقل هذه الحركة إلى رافعة تُضخِّمها ، وتنقلها بدورها إلى إبرة تتحرّك أمامَ ميناء مُرَقَّمة ، يُقرَأُ عليها الضغط الجوّي بالبوصة أو بالمِلّيمتر الزِئبقيَّين . مثلُ هذه الأرقام لا بُدَّ من تَعييرها في الأساس ، لدى صُنعِ الميزان ، كما لا بُدَّ من التأكدّ من صحّتِها بين الحين والحين ، وذلك بالعودة إلى ميزانٍ نموذَجيّ .

التفسير

١ – اكتشاف خطير : اكتشاف هام .
٢ – غير متوقّع : غير منتَظر .
٣ – المنقِّب : الباحث ، اسم فاعل من نقّب .
٤ – سَبَر الجرح او الأرض او البحر : قاس عمقه .
٥ – أبى الشيء يأباه : رفضه .
٦ – حال الشيء بين امرين : وقف مانعاً ، حاجزاً .
٧ – الظاهرة : حدث يُلفت الانتباه ويستدعي تفسيراً .
٨ – عن كَثَب : عن قرب .
٩ – الحدْس : الظنّ المائل الى الأصابة .
١٠ – على غِرار : على مثال ، على شاكلة ...

الاسئلة

١ – ما هي الظاهرة التي قادت الى اكتشاف ميزان الضغط ؟
٢ – كيف فسَّرها العالم « غاليلي » ؟ ولماذا ؟
٣ – كيف فسَّرها تلميذه « توريشلّي » ؟
٤ – كيف أثبت توريشلّي صحة نظريّته ؟
٥ – لماذا لجأ في اختباره الى الزئبق ؟
٦ – ماذا اثبت « بسكال » نظريًّا ؟
٧ – من برهن عن صحّة نظرية بسكال ؟ وكيف ؟
٨ – كيف يعمل ميزان الضغط الجاف ؟ وما فضله على ميزان الزئبق ؟

وِلادَةُ حَضَارَة

١ _ من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ _ الزجاج مادّة شفّافة • الدّولاب جهاز نقل • طيّارة الورق ، أكثر من لعبة بسيطة
٣ _ آلات قياس الوقت • الورق ، مطية الفكر • الطرقات ، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ _ السيطرة على المعادن • المرآة : من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ _ مِن النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

التَقنِيَّة تَقوم بأولى تحدِّياتهَا الكَبيرة

٦ _ المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد
٧ _ الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين ، في طقم الفرس ، خلاص للمرهقين
٨ _ « دولاب بسكال » جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبّابة • آلات إحداث الفراغ
٩ _ التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط .

منَ الحِرَف اليَدَويَّة الى الصِّناعَة

١٠ _ الآلة البخاريّة • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من « السلحفاة » الى « الصاعقة »
١١ _ المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة « كونيو » البخارية إلى سيّاراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ _ الآلات الالكتروستاتية • شارل « فرنكلين » • من المنطاد إلى البالونات الفضائية .
١٣ _ تلغراف « شاب » • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدرّاجة الأولى وذرّيتها .
١٤ _ بطارية « ڤولتا » • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية .
١٥ _ « ليبنيك » و « الستيتسكوب » • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربيات في العمل
١٦ _ التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء .
١٧ _ لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجّر يجهز ملايين السيّارات • التبنيج المخدّر .

العَالَم يُبدّل معَالِم وَجههِ

١٨ _ الديناميت للسّراء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطابعة الالكترونية
١٩ _ صناعة البرد • الدينامو مولّد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن .
٢٠ _ الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ _ سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي إلى الالكتروفون
٢٢ _ حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة .
٢٣ _ من الفنلستكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ _ محرك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيليتوغراف
٢٥ _ زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة .

مِنَ الـذَرّة الِى الفَضَاء

٢٦ _ كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرّية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ _ الرادار السّاحر • من الأنبيق القديم إلى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ التّرنزيستور والتّرنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

مِنْ الحَجَر المَقطُوع الأول الذي يتَضمّن « بالقوّة » مجمُوعَة الأدوَات الضّخمَة التي سَيُقدِم الإنسَان على صُنعِهَا في مُستَقبل التَاريخ ، وَمِن الرّموز القَديمَة التي تذكّر بابتِدَاع الكِتَابة ...، الِىَ نافِخ الزّجَاج الذي يُوحي بانطِلاقَةِ الفُنون النّاريَّة ...، الِىَ المِسَلّة التي تُذكّرنا بظِلّها المَنقول ، إنّهَا كَانَت في القِدَم ، أولَ أداةٍ لِتعيين الوَقت ...، الِى صَفَائح الحِجَارَة المَرصُوفَة التي تتحدّث عَن الطَريق التي انفتحَت رَحبَةً طَويلَة امَام المُبَادَلات ... مَراحِلُ مختَلِفَةٌ مُتَعَاقِبَةٌ لحِضَارَة رأت النُورَ ، وَمَضَتْ تَشقُّ طَرِيقهَا نحوَ الأفضَل...

تأليف : ف . لو
رسوم : ب . بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة